

Результаты исследований показали, что среди мероприятий конструктивного и технологического направлений по увеличению ресурса зубчатых передач агрегатов трансмиссии автомобильной техники на современном этапе значимым является технологическое: физико-математические свойства материалов, характеризующиеся параметрами  $HV_{1(2)}$ ,  $\delta_{1(2)}$  и  $t$ , представляют наибольший интерес, поскольку правильный выбор материалов и способов их упрочнения существенно влияет на повышение износостойкости, а, следовательно, на увеличение ресурса. Изменение же конструкции, т.е. конструктивных параметров деталей автомобиля, с целью увеличения ресурса в значительной мере затруднено и не всегда экономически оправдано. Однако учет конструктивных параметров в процессе прогнозирования ресурса деталей и особенно подшипниковых узлов является также необходимым.

### Литература

1. Дюмин, И.Е. Метод анализа и расчета потребности в запасных частях для автомобильных агрегатов / И.Е. Дюмин, А.М. Сумец, Г.Я. Ямпольский // Вестн. машиностроения. – 1989. – № 7. – С. 71 – 73.
2. Дюмин, И.Е. Метод расчета потребности в запасных частях на основе анализа закономерностей изнашивания для тяжелых условий эксплуатации / И.Е. Дюмин, А.М. Сумец, Г.Я. Ямпольский // Трение и износ. – 1989. – Т. 10. – № 3. – С. 507 – 511.
3. Сумец, А.М. Прогнозирование потребности в запасных частях / А.М. Сумец. – Харьков: Око, 1997. – 182 с.
4. Ямпольский, Г.Я. Исследование абразивного износа элементов пар трения качения / Г.Я. Ямпольский, И.В. Крагельский. – М.: Наука, 1973. – 62 с.

**УДК 621.791**

## ИННОВАЦИОННЫЕ УПРОЧНИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**Ф. И. Пантелеенко**

*Белорусский национальный технический университет, Минск*

Для того чтобы машиностроение Беларуси сохраняло свои достаточно высокие позиции, необходимо постоянно решать комплекс вопросов триады «производство – наука – образование».

При этом главной задачей высшей школы остается подготовка инженерных кадров высокой квалификации. Сегодня в этом вопросе существует ряд проблем.

Одна из них – обеспечение студентов инженерных специальностей современными информационно-методическими материалами и учебной литературой, прежде всего.

С целью восполнения одного из пробелов – недостаточности учебных пособий по проблематике упрочнительно-восстановительных технологий издана работа [1].

В разрезе создания новых упрочнительно-восстановительных технологий за последние пять лет учеными кафедры «Порошковая металлургия, сварка и технология материалов» предложен ряд инновационных разработок [2, 3, 5 – 20].

Комбинированные технологии, включающие, например, лазерное модифицирование плазменных покрытий [2, 3, 5] позволяют минимизировать пористость, улучшить адгезионно-когезионные характеристики покрытий, обеспечить гомогенную мелкодисперсную структуру с более высокими эксплуатационными характеристиками.

Установлено, что весьма перспективно сочетание в комбинированных технологиях самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и электроискрового легирования [6 – 8].

В ряде случаев нет альтернативы электрохимическим покрытиям. Их эксплуатационные характеристики могут быть радикально улучшены введением микро- и наночастиц [9], последующим модифицированием высокоэнергетическим воздействием.

Интересным технологически и экономически оправданным является направление по использованию в качестве порошков отходов производства стальной и чугуновой дробы [10, 15, 16].

При изготовлении сварных конструкций возникают значительные коробления, деформации. Для решения этой проблемы применительно к тонколистовым аустенитным сталям предложена уникальная технология аргонодуговой сварки с охлаждением сухим льдом [11].

В избежание брака при проведении сварочных работ на открытых площадках при значительных ветровых воздействиях разрабатывается комплекс технологий и оборудования [12].

Результаты важнейших для производства работ по неразрушающему контролю и диагностике техногенно опасных объектов изложены в работах [13, 14].

Ведутся работы по созданию нанофазных покрытий [9, 17], разработке порошков специального функционального назначения [18 – 20].

## Литература

1. Упрочнение и восстановление поверхностей деталей. Лабораторный практикум: учебное пособие / К.В. Буйкус [и др.]. – Минск: БНТУ, 2010. – 344 с.
2. Методика разработки комбинированных упрочняющих технологических процессов / Ф.И. Пантелеенко [и др.] // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2010. – № 10. – С. 36 – 42.
3. Восстановление и упрочнение деталей: справочник / В.П. Иванов [и др.]; под ред. Ф.И. Пантелеенко. – М.: Наука и технологии, 2013. – 368 с.
4. Поляк, М.С. Технология упрочнения. Технологические методы упрочнения. В 2 т. Т. 1, 2 / М.С. Поляк. – М.: «ЛВМ – СКРИПТ», «Машиностроение», 1995.
5. Перспективные материалы и технологии: монография / под ред. В.В. Клубовича. – Витебск: Изд-во УО «ВГТУ», 2013. – 655 с. – Гл. 28. Композиционные покрытия, полученные высокоэнергетическими методами / О.Г. Девойно, А.Ф. Пантелеенко. – С. 587 – 607.
6. Panteleenko, F.I. Formation of composite coatings based on Titanium carbide via Electrospray alloying // F.I. Panteleenko [et al.] // Surface engineering and applied electrochemistry. – Vol. 47. – № 4. – 2011. – P. 336 – 348.
7. Перспективные технологии: монография; под ред. В.В. Клубовича. – Витебск: Изд-во УО «ВГТУ», 2011. – 599 с. – Гл. 21. Создание композиционных покрытий при использовании самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и электроискрового легирования и определение их свойств / Ф.И. Пантелеенко [и др.]. – С. 502 – 521.
8. Нанесение карбидных покрытий на режущий инструмент с использованием СВС и ЭИЛ / Ф.И. Пантелеенко [и др.] // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2012. – № 2 (86). – С. 24 – 28.
9. Формирование композиционных покрытий на основе железа при электрохимическом осаждении из растворов-электролитов с керамическими наполнителями / Ф.И. Пантелеенко [и др.] // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2009. – № 4 (52). – С. 27 – 33.
10. Пантелеенко, Е.Ф. Исследование механизмов структурообразования в процессе диффузионного борирования отходов производства стальной и чугуновой дроби / Е.Ф. Пантелеенко // Вестн. БНТУ. – 2009. – № 2. – С. 25 – 30.
11. Перспективные материалы и технологии: монография; под ред. В.В. Клубовича. – Витебск: Изд-во УО «ВГТУ», 2013. – 655 с. – Пантелеенко, Ф.И. Минимизация деформаций при аргодуговой сварке тонколистовой аустенитной стали локальным охлаждением высокотемпературной области: гл. 9 / Ф.И. Пантелеенко, С.Н. Жизняков, А.Х. Монфаред. – С. 182 – 187.
12. Использование механизированной сварки в углекислом газе в условиях строительно-монтажных работ на открытых площадках / Ф.И. Пантелеенко [и др.] // Строительная наука и техника. – 2009. – № 1 (22). – С. 80 – 85.
13. Пантелеенко, Ф.И. Методология оценки состояния материала ответственных металлоконструкций: монография / Ф.И. Пантелеенко, А.С. Снарский – Минск: БНТУ, 2010. – 196 с.
14. Пантелеенко, Ф.И. Концепция системы неразрушающего контроля механических свойств и оценки потенциальной надежности и безопасности ответственных изделий при их изготовлении, ремонте и эксплуатации / Ф.И. Пантелеенко, А.С. Снарский // Контроль. Диагностика. – 2012. – № 2 (164). – С. 44 – 49.

15. Перспективные технологии и методы контроля: монография; под ред. В.В. Клубовича. – Витебск: Изд-во УО «ВГТУ», 2009. – 521 с. – Пантелеенко, Ф.И. Структурообразование при борировании порошков из отходов производства стальной и чугуновой дроби: гл. 7 / Ф.И. Пантелеенко, Е.Ф. Пантелеенко. – С. 176 – 204.

16. Современные перспективные материалы: монография; под ред. В.В. Клубовича. – Витебск: Изд-во УО «ВГТУ», 2011. – 599 с. – Блюменштейн, В.Ю. Исследование перспективных областей применения отходов производства дроби: гл. 8 / В.Ю. Блюменштейн, Ф.И. Пантелеенко, Г.В. Петришин – С. 208 – 232.

17. Исследование параметров напыления биокерамических плазменных покрытий на нанокристаллические подложки / В.А. Оковитый [и др.] // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2010. – № 10. – С. 27 – 31.

18. Пантелеенко, Ф.И. Получение порошков из аустенитных сталей методом диффузионного легирования / Ф.И. Пантелеенко, В.А. Оковитый, А.Ф. Пантелеенко // Вестн. БНТУ. – 2010. – № 6. – С. 25 – 29.

19. Пантелеенко, А.Ф. Исследование диффузионно-легированных самофлюсующихся порошков на основе сталей аустенитного класса / А.Ф. Пантелеенко, О.Г. Девойно // Литье и металлургия. – 2013. – Вып. 1. – С. 104 – 107.

20. Формирование состава, структуры и свойств теплоизоляционных огнетеплозащитных материалов на основе вермикулита для промышленной энергетики / В.Т. Шмурадко [и др.] // Новые огнеупоры. – 2012. – № 8. – С. 39 – 44.